

Staltemperatuur bij leghennen in batterijen

Ing. R.A. van Emous

Ing. H.H. Ellen

Ing. B.F.J. Reuvekamp

Ir. Th.G.C.M. van Niekerk

PP-uitgave no. 87

April 2000

Losse nummers van deze PP-uitgave zijn verkrijgbaar door 20,00 over te maken op girorekening 3839554 of bankrekeningnummer 30.83.04.837 t.n.v. Praktijkonderzoek Pluimveehouderij onder vermelding van PP-uitgave no. 87.

PP-uitgave is een publicatie van Praktijkonderzoek Pluimveehouderij Het Spelderholt

Redactie en administratie:

Postbus 31

7360 AA Beekbergen

Tel.nr. 055-5066500

Fax.nr. 055-5064858

Overname:

Geheel of gedeeltelijk overnemen van de inhoud uit deze uitgave is toegestaan, mits de bron wordt vermeld.

ISSN: 0928-2076

**STALTEMPERATUUR
BIJ LEGHENNEN
IN BATTERIJEN**

Temperature in the house of laying hens in cages

**Ing. R.A. van Emous
Ing. H.H. Ellen
Ing. B.F.J. Reuvekamp
Ir. Th.G.C.M. van Niekerk**

April 2000

Praktijkonderzoek Pluimveehouderij “Het Spelderholt”

PP-uitgave no. 87

VOORWOORD

De legpluimveehouderij krijgt in de toekomst te maken met grote veranderingen omtrent het houden van de dieren. Veel onderzoek is dan ook gericht op welzijns-, milieu-, gezondheids- en kwaliteitseisen van de producten. Maar we moeten natuurlijk het toekomstperspectief niet uit oog verliezen. Zo zullen de meeste nieuwe ontwikkelingen een verhoging van de kostprijs ten gevolge hebben. Om de sector ook economisch sterk te houden is onderzoek nodig naar kostprijsverlaging van de producten. Bij de productie van consumptie-eieren vormen de voerkosten de belangrijkste kostenpost. De laatste jaren is er al veel verbeterd aan het efficiënt gebruik van voer. Zo valt te denken aan betere afstelling van apparatuur, betere afstemming van de voersamenstelling op de werkelijke behoefte van het dieren en door het gebruik van een genetisch efficiënter dier. Verder zal een vermindering van de voerhoeveelheid een positief effect hebben op het milieu door de vermindering van de mestproductie.

Praktijkonderzoek Pluimveehouderij (PP) “Het Spelderholt” heeft onderzoek gedaan naar het effect van twee verschillende staltemperaturen. De resultaten van dit onderzoek staan in dit verslag beschreven. En tevens is het effect van het toepassen van verschillende staltemperaturen doorgerekend in een praktijksituatie. De resultaten van deze “desk studie” staan in het tweede gedeelte van dit rapport.

We hopen dat dit onderzoek een bijdrage levert aan de optimalisatie van de legpluimveehouderij. Gaarne beveel ik dit verslag bij u ter lezing aan. Indien u nadere informatie wenst, kunt u rechtstreeks contact opnemen met de onderzoekers.

April 2000
Ir. G.W.H. Heusinkveld
Directeur

INHOUD

DEEL 1: ONDERZOEK HOGE EN LAGE STALTEMPERATUUR

	SAMENVATTING	2
	SUMMARY	4
1	INLEIDING	5
2	PROEFOPZET	6
	2.1 Proefaccomodatie	6
	2.2 Diermateriaal	6
	2.3 Proefbehandelingen	6
	2.4 Verzorging	6
	2.5 Waarnemingen	7
	2.6 Statistische analyse	8
3	RESULTATEN EN DISCUSSIE	9
	3.1 Klimaat	9
	3.2 Technische resultaten	11
	3.3 Eikwaliteit	13
	3.4 Uitvalsoorzaken	15
	3.5 Economische evaluatie	16
	CONCLUSIES	17
	LITERATUUR	18
	Bijlage 1: Samenstelling van voeders en berekende voerderwaarde	19
	Bijlage 2: English headings of figures and English tables	21

DEEL 2: THEORETISCHE BEREKENINGEN EFFECT HOGE EN LAGE TEMPERATUUR IN PRAKTIJKSTALLEN

	SAMENVATTING	26
	SUMMARY	27
1	INLEIDING	28
2	THEORIE VENTILEREN	29
	2.1 Minimum ventilatie	29
	2.2 Invloed op ventilatiestand	29
	2.3 Gevolgen voor energieverbruik	29
3	UITGANGSPUNTEN VOOR BEREKENINGEN	31
	3.1 Situatie 1998	31
	3.2 Situatie 2003	32
4	RESULTATEN BEREKENINGEN	33
	4.1 Wijze van berekeningen	33
	4.2 Situatie 1998	33
	4.3 Situatie 2003	35
5	VOEREN OF VERWARMEN	36
	CONCLUSIES EN DISCUSSIES	38
	Bijlage 1: Graaduren tabel 1931-1960	39
	Bijlage 2: Formules voor de berekeningen	41
	Bijlage 3: List of English headings of figures and English tables	42

DEEL 1:

ONDERZOEK HOGE EN LAGE STALTEMPERATUUR

SAMENVATTING

In de praktijk is het gebruikelijk dat legpluimveehouders een relatief hoge staltemperatuur aanhouden. In het verleden was een staltemperatuur van 20 °C gebruikelijk, terwijl tegenwoordig vaak een temperatuur in het gangpad wordt aangehouden van rond de 23 °C. Veel pluimveehouders kiezen voor een hogere staltemperatuur om te kunnen besparen op het voerverbruik. De vuistregel hiervoor luidt dat per graad Celsius temperatuurstijging 1,5 gram voer minder nodig is. Een nadeel van een hogere staltemperatuur is mogelijk de kwaliteit van de eischalen. Met name de vuilschaligheid en de sterkte van de schalen zou nadelig beïnvloedt worden door een hogere omgevingstemperatuur.

Het Praktijkonderzoek Pluimveehouderij “Het Spelderholt” (PP) heeft daarom een proef uitgevoerd met een hoge en een lage staltemperatuur. Een streefwaarde van de afdelingstemperatuur van 26 °C werd vergeleken met een streefwaarde van 18 °C. Men veronderstelt dat deze twee temperaturen nog net binnen de zogenaamde thermoneutrale zone vallen. Schommelingen in de omgevingstemperatuur binnen deze zone zouden geen effect hebben op de productie van de dieren.

Bij het opstarten van het onderzoek ontstonden problemen met het bereiken van de lage staltemperatuur door de hoge buitentemperatuur (augustus 1997). Ook waren er problemen met de luchtaanvoer via het ventilatieplafond. Over de gehele legperiode kon daarom maar een gemiddeld verschil in staltemperatuur worden gecreëerd van 5 °C. Dit was niet zoveel als het gewenste verschil van 8 °C, maar lag toch ver genoeg uit elkaar om een goede vergelijking tussen een hoge en lage staltemperatuur te maken. Bij de hoge staltemperatuur was het ventilatiedebiet gemiddeld over de gehele legperiode 65 % lager dan bij de lage staltemperatuur.

Ondanks de grote verschillen in het stalklimaat (temperatuur en ventilatiedebiet) zijn tussen de twee proefbehandelingen geen verschillen gevonden in eiproductie. Voor het voerverbruik lag dit anders. Over de gehele legperiode namen de dieren die werden gehouden bij de hoge staltemperatuur gemiddeld ruim 6 gram minder voer per dier per dag op. De lagere voeropname heeft natuurlijk ook een positief effect op de hiervan afgeleide kengetallen zoals de voerconversie en het voerverbruik per opgehokte hen.

Er was geen verschil in waterverbruik. Door de hogere voeropname hadden de dieren bij de lage staltemperatuur wel een hogere water-voerhouding. Het is extra opvallend dat bij deze dieren minder tweede soort eieren werden geraapt. Vooral ook omdat dit verschil hoofdzakelijk werd veroorzaakt door het lagere percentage vuilschalige eieren.

Tussen de twee staltemperaturen zijn geen verschillen aangetroffen in het percentage breuk- en kneuseieren. Het schouwen van de eieren op verschillende tijdstippen tijdens de legperiode gaven wisselende resultaten te zien. Niet alle verschillen van het schouwen waren aantoonbaar. Toch viel een trend waar te nemen naar minder uitschouw van eieren bij een hogere staltemperatuur. Dit strookt niet met de verwachting die we hadden. Mogelijk dat de temperatuur in de leefomgeving van de dieren nauwelijks boven de 27 °C is gekomen (bovengrens thermoneutrale zone).

Vooral door het grote verschil in voerverbruik hebben de dieren bij de hoge staltemperatuur een 114 cent hogere voerwinst dan de dieren die bij de lage staltemperatuur werden gehouden.

Opgemerkt moet worden dat de proef is uitgevoerd in kleine afdelingen bij batterijen met mestbandbeluchting, drie etages hoog en een ventilatieplafond (met voor iedere batterij een rij gaatjes). Deze afdelingen hebben een optimale verse luchtaanvoer en dus geringe temperatuurverschillen tussen de verschillende etages en rijen. De verdeling van de lucht en temperatuur zal in een zes-etage batterij met alleen aanvoer van verse lucht via zijkleppen zonder mestbandbeluchting slechter zijn.

SUMMARY

On commercial caged layer farms the temperature in the laying house is usually kept relatively high. In the past a temperature in the house of 20 °C was normal, these days poultry farmers are working with a temperature in the aisles of 23 °C.

Many poultry farmers choose for a high temperature in the laying house to save feed cost. A rule of thumb indicates that an increase of the temperature with one degree centigrade give a decrease of the feed intake of 1.5 gram. A high temperature in the house however may effect the quality of the eggs. Especially the dirty eggs and eggshell strength will be effected negative by a high temperature in the laying house.

The Centre for Applied Poultry Research (CAPR) has carried out an experiment with a low and a high temperature in the laying house. A target room temperature of 18 °C was compared with a target temperature of 26 °C. These two values are suppose to be in the thermoneutral zone of the birds. Changes in temperature within this zone will not effect the productivity of the laying hens. The aim of the research was to check this.

At the start of the experiment with the two different room temperatures the temperature outside the house was too high to reach the lowest room temperature (august 1997). Also there where problems with the ventilation ceiling. During the total laying period the average difference in temperature between the low and the high room temperature was only 5 °C. The difference was smaller than the desired difference of eight degrees centigrade, but it was enough for a good comparison of a high and a low room temperature. The average ventilation rate during the whole laying period was 65 % lower for the high temperature compared with the rooms with the low temperature.

Despite of the great differences in room climate (temperature and ventilation rates) there are no significant differences in egg production between the two treatments, except the feed intake of the birds. During the whole laying period the birds who were kept at the high temperature had a more then six gram lower feed intake per hen per day. The difference in feed intake also had a positive effect on the feedconversion ratio and the total feed intake per hen housed. There was no difference in water-intake between the two treatments. Due to the lower feed intake for the birds at the higher temperature, the water/feed ratio was higher. Against expectation these birds produced a lower percentage of second rate eggs, mainly caused by a lower percentage dirty eggs.

There were no differences between the two treatments in the percentage of visible cracked eggs. Candling of the eggs gave variation in the results. Not all the differences in candling were significant, but notable is the trend to less cracked eggs at the high temperature. This is not according to expectation. It is possible that the temperature in the cages was hardly higher than the 27 °C (uppervalue of the thermoneutral zone).

Because the great difference in feed intake, the birds kept at the high temperature had a higher feed profit of 114 cents.

It is noticed that the experiment is executed in small rooms with battery cages with manure belts, 3 tiers high and a ventilation ceiling. These rooms had an ideal system for fresh air inlet and thus gave very small differences in climate between the rows and tiers. The variation in temperature will be larger in a commercial laying house with, for example 6 tiers and side ventilation.

1 INLEIDING

In de praktijk is het gebruikelijk dat legpluimveehouders een relatief hoge staltemperatuur aanhouden. In het verleden was een staltemperatuur van 20 °C gebruikelijk, terwijl tegenwoordig een temperatuur in het gangpad wordt aangehouden van rond de 23 °C. Veel pluimveehouders kiezen voor een hogere staltemperatuur om te kunnen besparen op het voerverbruik. Het Handboek voor de pluimveehouderij (1994) geeft aan dat bij 1 °C temperatuurstijging de voerbehoefte per kg lichaamsgewicht met 9,45 kJ daalt. Voor een hen van 1800 gram betekent dit dat het dier per graad Celsius temperatuurstijging 1,4 gram minder voer nodig heeft.

Een nadeel van een hogere staltemperatuur is mogelijk de kwaliteit van de eischalen. Het is logisch dat een hogere staltemperatuur een hogere water-voerverhouding met zich meebrengt. Dit zal dan ook een grotere kans op vuilschaligheid geven. Uit literatuur is echter bekend dat bij een hogere staltemperatuur een kip meer vocht via de uitgeademde lucht afgeeft om de lichaamstemperatuur beter te kunnen regelen (Odom et al., 1986). Mogelijk dat de keutel die een hen bij een hogere staltemperatuur uitscheidt een gelijk of zelfs een hoger drogestofpercentage heeft dan bij een lage staltemperatuur.

In de praktijk zien we een toename van de waterbehoefte met 3 gram water per graad Celsius per dag.

De exacte grenzen van de thermoneurale zone zijn niet bekend, maar globaal liggen die tussen de 15 en 27 °C (Marsden et al., 1987). Deze zone geeft aan dat schommelingen in de omgevingstemperatuur geen effect hebben op de productie van de dieren. Onder de genoemde ondergrens krijgen de kippen te maken met een tekort aan energie om een goede lichaamstemperatuur te waarborgen. Dit gaat ten koste van de productie. Een staltemperatuur die hoger is dan de bovengrens van de thermoneurale zone geeft een dusdanig lagere voeropname dat de opname aan nutriënten te laag wordt. Ook zal de hogere staltemperatuur de calciumstofwisseling verstoren (Wall, 1976). Als gevolg van een versnelde ademhaling van de hennen vindt een hogere afgifte van CO₂ plaats (Odom et al., 1986). De pH-waarde van het bloed stijgt hierdoor, wat vergezeld gaat met een verlies aan ionisch calcium in de bloedbaan. Als gevolg daarvan treedt een grotere aanspraak op de botreserves voor de eischaalvorming op. Dit zal een negatief effect hebben op de sterkte van eischalen.

Het Praktijkonderzoek Pluimveehouderij (PP) “Het Spelderholt” heeft daarom een proef uitgevoerd met een hoge en een lage staltemperatuur. Een streefwaarde van de afdelingstemperatuur van 26 °C werd vergeleken met een streefwaarde van 18 °C. We veronderstelden dat deze twee temperaturen net binnen de zogenaamde thermoneurale zone vallen. Doel van de proef was om na te gaan of een hoge omgevingstemperatuur inderdaad zonder nadelige effecten gerealiseerd kan worden.

2 PROEFOPZET

In dit hoofdstuk zullen de diverse onderdelen van de proefopzet besproken worden.

2.1 Proefaccomodatie

De leghennenstal van het PP bestaat uit acht afdelingen en biedt in totaal plaats aan 13.824 dieren. Voor het onderzoek met de twee staltemperaturen is alleen gebruik gemaakt van de vier afdelingen met witte hennen. Per afdeling is ruimte voor 1.728 leghennen die in drie mestbandbatterijen met drie etages gehuisvest zijn. De mest op de mestbanden kan worden belucht door geperforeerde kanalen. De lucht die over de mest wordt geblazen, kan worden voorverwarmd met behulp van een c.v.-installatie tot een minimum van 15 °C. De mestbandbeluchting voorziet in de minimaal benodigde hoeveelheid verse lucht voor de dieren. De hoeveelheid lucht kan in zeven stappen worden gevarieerd van 0,4 tot 1,0 m³/hen/uur.

De verlichting bestaat uit dimbare TL-lampen. Elke afdeling is 8,2 m breed en 12,8 m lang. Alle afdelingen worden mechanisch geventileerd. De lucht wordt via twee ventilatoren (tegen de achtergevel) per afdeling afgezogen (lengteventilatie). Om een goede verdeling van de lucht in de afdeling te verkrijgen, komt de lucht via een verlaagd plafond (met in grootte verstelbare gaatjes) de afdelingen in. Het voer wordt met behulp van voerwagens aan de dieren verstrekt, het water via drinknippels, waarbij twee nippels per kooi beschikbaar zijn. Deze zijn in de achterwand van de kooi geplaatst. Onder de nippels is een lekgoot geïnstalleerd.

2.2 Diermateriaal

Voor het onderzoek zijn 6.912 hennen op een leeftijd van 17 weken opgezet op 21 juli 1997. De hennen kwamen van een extern opfokbedrijf met meerdere donkerstallen. In iedere stal stonden opfokbatterijen met drie etages, voerwagens en natte mest. Het koppel kippen werd op 74 weken leeftijd geruimd op 24 augustus 1998.

2.3 Proefbehandelingen

In twee van de vier afdelingen werd meteen vanaf plaatsing van de dieren een lage staltemperatuur ingesteld (18 °C). Door de buitenomstandigheden (zomer 1998) en problemen met de hoeveelheid lucht die door het ventilatieplafond kwam werd deze streefwaarde pas rond de 30 weken leeftijd bereikt. In twee afdelingen stelden we de staltemperatuur in eerste instantie in op 24 °C. De streefwaarde werd niet meteen naar 26 °C gebracht om de dieren goed te laten acclimatiseren en om de voeropname te stimuleren. Vanaf 25 weken leeftijd brachten we de streefwaarde geleidelijk aan op 26 °C.

2.4 Verzorging

Licht

De daglengte was meteen vanaf plaatsing ingesteld op 15 uur. Het licht is vanaf 29 weken leeftijd gedimd tot een kwart van de totale lichtsterkte (stand schakelaar). In de voorafgaande periode van 18 tot en met 29 weken leeftijd zaten de dieren bij de helft van de lichtsterkte. Vanaf 35 weken leeftijd is het licht maximaal gedimd tot gemiddeld 5 lux op de voergoot (onderste etage).

Er is geen intermitterend lichtschema toegepast.

Voer en water

Tijdens de legperiode werd vanwege de hoge productie en lage voeropname van het koppel geen fasevoeding toegepast. Alleen de gehalten aan calcium en fosfor zijn op een leeftijd van 65 weken aangepast (bijlage 1). Het calciumniveau werd verhoogd, het fosforgehalte verlaagd. Vanaf 24 weken leeftijd is 1 procent grit aan de voeders toegevoegd. De voerwagens liepen achtmaal per dag. Tot 50 weken leeftijd werden de dieren “graag” (is licht beperkt) gehouden. Binnen de afdelingen liepen ook nog andere proeven, waaronder enkele voerproeven. Vanaf 50 weken leeftijd werd daarvoor vijfnegende deel van de dieren gerantsoeneerd. Vanaf 46 weken leeftijd kreeg eennegende deel van de dieren in plaats van standaard voer een voer met een armere samenstelling (vergelijkbaar met een fase 2 voer). Enkele dagen na het plaatsen van de hennen is gestart met waterrantsoenering, waarbij de dieren 10 uur water (lichtperiode 15 uur) tot hun beschikking hadden. Dit schema is vanaf 29 weken leeftijd aangepast naar 8 uur water per dag.

2.5 Waarnemingen

De volgende waarnemingen zijn verricht:

- Dagelijks hebben we per rij kooien (96 hennen) het voerverbruik, het aantal geraapte eieren (eerste, tweede soort en struifeieren), de uitval en indien mogelijk de oorzaak van uitval (via sectie) geregistreerd. Tevens werd per nippelleiding (twee naast elkaar liggende rijen kooien) het waterverbruik bepaald.
- Eenmaal per week bepaalden we de tweede soort eieren gesorteerd op breuk- en kneuseieren, stoffeieren, windeieren, vuilchalige en overige eieren.
- Tot en met 42 weken leeftijd werd wekelijks, door weging van een dagproductie (eerste soort eieren) het eigewicht per rij kooien bepaald. Vanaf 42 weken leeftijd werd dit eenmaal per 14 dagen gedaan.
- Op 30, 49, 66 en 71 weken leeftijd zijn van elke rij alle eieren van één dag geschouwd (behalve struifeieren) op haarscheuren, breuk/kneus, sterbarsten en gaatjes.
- Eenmaal per twee weken werden de dieren gewogen om het verloop van het lichaamsgewicht en de groei vast te stellen: per rij een vaste kooi met vijf hennen. Bij uitval werd de eerstvolgende kooi met vijf hennen gewogen.
- Gedurende de ronde zijn op de leeftijd van 22, 28, 34, 44, 49, 54, 59 en 66 weken mestmonsters genomen voor de bepaling van het drogestofpercentage van de mest. Het monster werd verzameld over de volle breedte van de mestband. Het bemonsteringspunt kozen we, in de lengte gezien, willekeurig uit het midden van de etage.
- In de stal en buiten zijn de temperatuur en relatieve luchtvochtigheid (RV) continu geregistreerd. In de stal vond dit plaats met een droge en natte temperatuuropmeter van Fancor (type PT 100), één unit per hoofdafdeling (1,5 m boven de grond). Voor de buitentemperatuur en RV werden gegevens gebruikt van het KNMI-weerstation dat op “Het Spelderholt” is geplaatst. De temperatuur van de lucht die over de mest wordt geblazen, is gemeten aan het begin van de kanalen met gaatjes.
- Gedurende de gehele legperiode is aan een van de twee ventilatoren per afdeling het ventilatie-debiet gemeten. Daarbij werd gebruik gemaakt van meetventilatoren die in de ventilatorkokers zijn ingebouwd.
- Het eindgewicht van de hennen is bepaald door van iedere rij een willekeurig gekozen kooi te wegen. Dit is twee keer gedaan, op 66 en 71 weken leeftijd.

2.6 Statistische analyse

De technische resultaten zijn geanalyseerd met een variantieanalyse.

Bron	Vrijheidsgraden
<i>Afdelingstratum</i>	
temperatuur	1
rest 1	2
<i>Bovenste en middelste en onderste etages, etage binnen afdeling</i>	
Voerrantsoeneren*	1
temperatuur x voerrantsoeneren	1
rest 2a	18
<i>Bovenste of middelste of onderste etage, etage binnen afdeling</i>	
Voermanagement**	2
temperatuur x voermanagement	2
rest 2b	4

* Vergelijking controlevoer ("graag" gehouden) met verrijkt voer en gerantsoeneerd.

** Bovenste etage: extra verrijkt voer, verrijkt voer (rantsoeneren vanaf 50 weken leeftijd) en controlevoer ("graag"). Middelste etage: "Arm" voer ("graag") in vergelijking met verrijkt voer en controlevoer ("graag") vanaf 46 weken leeftijd. Onderste etage: controlevoer ("graag") ten opzichte van verrijkt voer en controlevoer met rantsoeneren.

3 RESULTATEN EN DISCUSSIE

In dit hoofdstuk bespreken we de klimaatcijfers van het onderzoek naar het effect van twee verschillende staltemperaturen. Ook de technische resultaten, eikwaliteit en de effecten op economische cijfers komen aan bod.

3.1 Klimaat

Temperatuur

De afdelingen met de hoge staltemperatuur werden niet meteen op 26 °C ingesteld. Dit om de dieren beter te laten acclimatiseren en de voeropname te stimuleren. Tot 25 weken leeftijd was de streefwaarde bij de hoge staltemperatuur ingesteld op 24 °C, Na 25 weken leeftijd werd getracht om een staltemperatuur van 26 °C te krijgen.

Bij de afdelingen met de lage staltemperatuur ontstonden twee problemen waardoor we niet meteen de gewenste staltemperatuur konden realiseren:

1. De buitentemperatuur in het begin van de legperiode (augustus 1997) was zo hoog dat het onmogelijk bleek om de lage streefwaarde van 18 °C te bereiken (figuur 3.1).
2. De hoeveelheid lucht die door het ventilatieplafond werd gezogen was te klein, waardoor er te weinig lucht de afdelingen in kwam. Door aanpassing van de luchtinlaat in de 29^e leeftijdsweek kon dit worden verholpen.

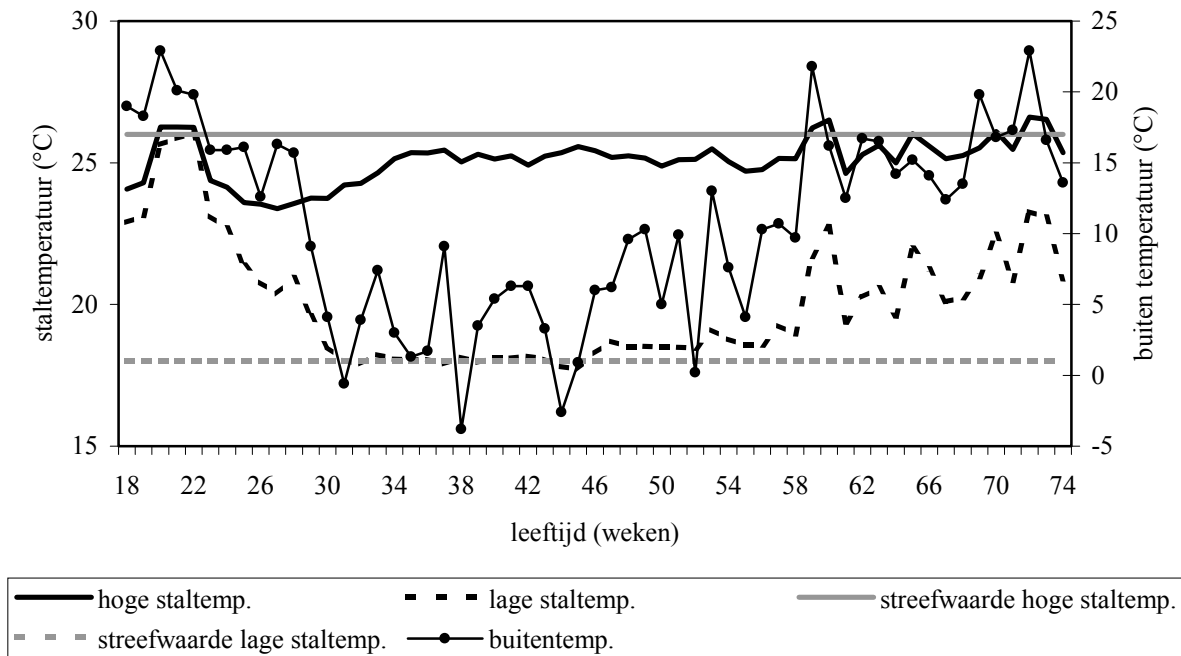
Uit figuur 3.1 blijkt dat de gemiddelde staltemperatuur pas vanaf circa 30 weken leeftijd echte verschillen laat zien. Tot en met 29 weken leeftijd was het gemiddelde verschil nog geen 2 °C (tabel 3.1). Van 30 tot en met 59 weken leeftijd was het gemiddelde verschil in temperatuur tussen de hoge en lage staltemperatuur bijna 7 graden Celsius. In het laatste gedeelte van de legperiode werd het verschil tussen de twee proefbehandelingen door warmere buitenomstandigheden (zomer 1998) weer kleiner (circa 4,5 °C). Over de gehele periode van 18 tot en met 74 weken leeftijd was de gemiddelde gerealiseerde staltemperatuur respectievelijk 25,1 en 20,1 °C. Dit was minder dan het gewenste verschil van 8 graden, maar lag toch ver genoeg uit elkaar om een goede vergelijking tussen een hoge en lage staltemperatuur te kunnen maken.

Tussen de twee afdelingen met dezelfde temperatuurinstelling waren nauwelijks verschillen waar te nemen. Het grootste verschil is te zien bij de lage staltemperatuur tussen de afdelingen 2 en 6 in de periode van 18 tot en met 29 weken leeftijd. In afdeling 2 is het ventilatieplafond iets eerder aangepast (halve week). Hierdoor werd een iets lager gemiddelde staltemperatuur gerealiseerd.

Tabel 3.1: Gerealiseerde staltemperatuur bij de verschillende afdelingen

Periode (leeftijd)	Hoge staltemp.		Lage staltemp.		Gemiddeld	
	Afd. 1	Afd. 5	Afd. 2	Afd. 6	Hoog	Laag
18 – 29 weken	24,3	24,6	22,3	23,1	24,5	22,7
30 – 58 weken	25,0	25,1	18,4	18,3	25,0	18,3
59 – 74 weken	25,7	25,7	21,0	21,4	25,7	21,2
18 – 74 weken	25,1	25,1	19,9	20,2	25,1	20,1

Opvallend aan het verloop van de temperatuur is dat vrijwel nooit de gewenste hoge streefwaarde van 26 °C werd bereikt, mogelijk veroorzaakt doordat het aantal dieren per m³ lucht aan de lage kant was. Ondanks de minimum ventilatie konden de dieren de lucht niet voldoende opwarmen. Ook speelt de lage minimum streefwaarde van de mestbandbeluchting een rol op de staltemperatuur. De gemiddeld gerealiseerde mestbandbeluchtingstemperatuur was voor de hoge staltemperatuur 18,1 °C.



Figuur 3.1: Verloop van de gerealiseerde staltemperatuur (gemiddeld per dag) bij hoge en lage streefwaarde staltemperatuur en de buitentemperatuur

Ventilatie-debiet

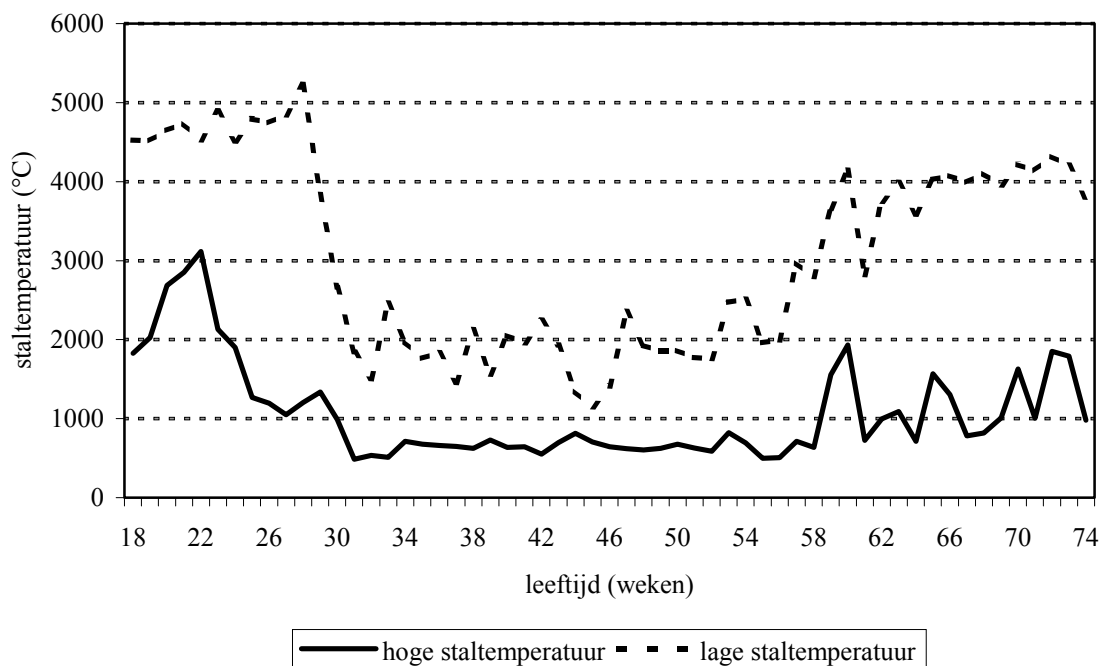
Het toepassen van twee verschillende staltemperaturen heeft een groot effect op het ventilatie-debiet. Uit tabel 3.2 en figuur 3.2 blijkt duidelijk het verschil in mate van ventileren tussen de afdelingen met de hoge en lage staltemperatuur. Bij de afdelingen met de hoge streefwaarde was het ventilatie-debiet gemiddeld over de gehele legperiode (18 tot en met 74 weken leeftijd) 65 % lager dan bij de lage streefwaarde.

De verschillen in ventilatie-debiet tussen de afdelingen met dezelfde streefwaarde voor temperatuur zijn klein.

Opgemerkt moet worden dat bij het ventilatie-debiet maar bij één van de twee ventilatoren per afdeling gemeten is. Het werkelijke debiet zal daarom ongeveer twee keer zo hoog zijn. De getallen geven dus alleen maar een indicatie van het ventilatieniveau.

Tabel 3.2: Gerealiseerd ventilatiedebiet bij de verschillende afdelingen (m³ lucht/uur)

Periode (leeftijd)	Hoge staltemp.		Lage staltemp.		Gemiddeld	
	Afd. 1	Afd. 5	Afd. 2	Afd. 6	Hoog	Laag
18 – 29 weken	1827	1938	4762	4540	1883	4651
30 – 58 weken	534	767	1796	2171	651	1984
59 – 74 weken	1201	1268	3898	3950	1234	3924
18 – 74 weken	993	1154	3010	3169	1074	3090



Figuur 3.2: Verloop van het gerealiseerde ventilatiedebiet (gemiddeld per dag) bij hoge en lage streefwaarde.

3.2 Technische resultaten

Ondanks de grote verschillen in het stalklimaat (temperatuur en ventilatiedebiet) zijn tussen de twee proefbehandelingen geen verschillen gevonden in eiproductie (tabel 3.3). Dit komt overeen met de stelling dat de twee streefwaarden binnen de thermoneutrale zone vallen.

Voor het voerverbruik lag dit anders. Over de gehele legperiode namen de dieren die werden gehouden bij de hoge staltemperatuur ruim 6 gram minder voer op. Dit verschil was niet over de gehele legperiode hetzelfde. Afgezet tegen het verschil in gemiddeld gerealiseerde temperatuur van 5 °C betekent dit dat per graad Celsius temperatuurverschil 1,25 gram voer nodig was. Dit komt aardig overeen met de vuistregel uit de praktijk: 1,5 gram per graad Celsius.

Het verschil in voeropname heeft effect op de hiervan afgeleide kengetallen zoals de voerconversie en het voerverbruik per opgehoekte hen. De lagere voeropname bij een hoge staltemperatuur wordt voornamelijk veroorzaakt doordat de dieren minder voer nodig hebben voor onderhoud door een kleiner verlies aan warmte naar de omgeving. Dit is vooral van belang bij het ouder worden van de hennen en de daarbij horende afname van de kwaliteit van

het verenpak. Kale plekken op de huid geven een nog hoger verlies aan warmte en een dus hogere voerbehoefte. Daarnaast speelt de activiteit van de dieren een rol bij de voeropname. Bij een hogere omgevingstemperatuur zijn de dieren minder actief en hebben minder voer nodig.

De rantsoeneringsproeven hebben een onderschatting van het effect van de staltemperatuur op de voeropname gehad. Doordat de dieren die bij de lage staltemperatuur werden gehouden een absoluut hogere voeropname hadden, was het gevoelsmatig makkelijker om deze dieren te rantsoeneren dan bij de dieren bij de hogere staltemperatuur (lagere voeropname). Als we alle dieren “graag” hadden gehouden zou het verschil in voeropname mogelijk gemiddeld 1 tot 2 gram per dier per dag groter zijn geweest.

Tabel 3.3: Technische resultaten bij twee staltemperaturen

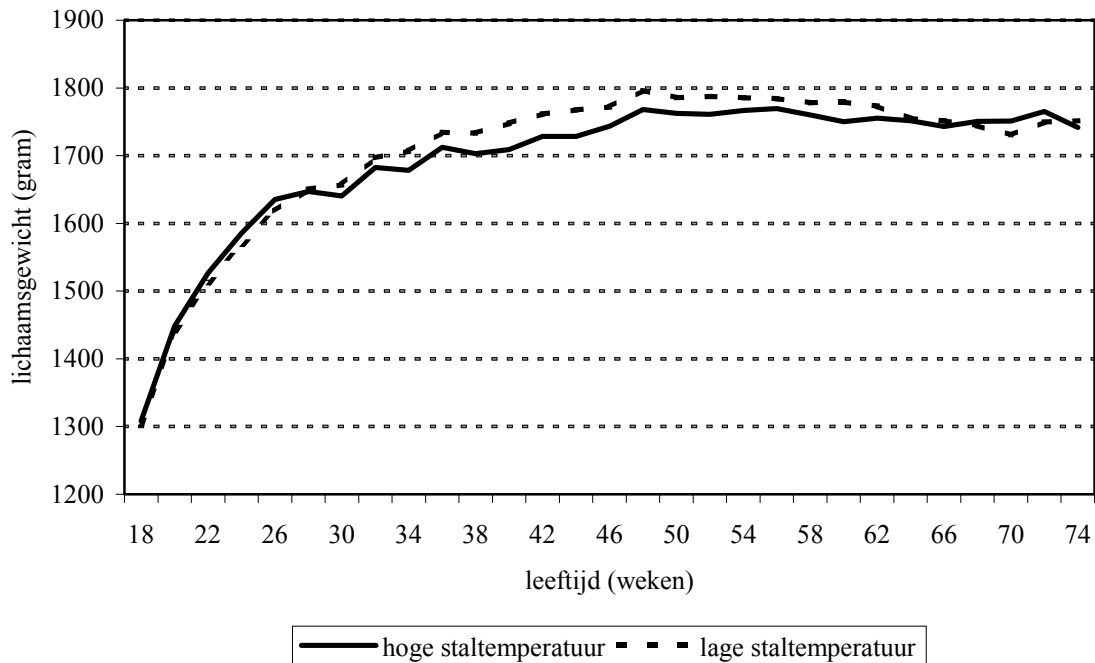
	Hoge staltemp.	Lage staltemp.
<i>Legpercentage</i>	87,1	87,1
<i>Eigewicht (g)</i>	60,4	60,9
<i>Eimassa (g p.a.h./d)</i>	52,6	53,1
<i>Aantal eieren p.o.h.</i>	335,5	336,0
<i>Kilogram ei p.o.h.</i>	20,25	20,47
<i>Uitval (%)</i>	4,5	4,1
<i>Voerverbruik (g p.a.h./d)</i>	104,0 a	110,2 b
<i>Voerconversie</i>	1,98 a	2,08 b
<i>Voerverbruik p.o.h.</i>	40,1 a	42,5 b
<i>Diergewicht (g)¹</i>	1742	1751

Als significante verschillen zijn gevonden ($P < 0,05$) is dit aangegeven met verschillende letters.

Indien geen letters zijn vermeld, waren de verschillen niet significant.

¹ = Diergewicht gemiddeld over de wegingen op 66 en 71 weken leeftijd.

Het lichaamsgewicht van de dieren was tot 30 weken leeftijd bij beide staltemperaturen nagenoeg gelijk (figuur 3.3). Dit is logisch omdat uit paragraaf 3.1 bleek dat tot die leeftijd nog geen duidelijke verschillen waren aangebracht in staltemperatuur. De voeropname van 18 tot 30 weken leeftijd was voor beide staltemperaturen daarom ook nagenoeg gelijk. Dit was respectievelijk voor de hoge en lage staltemperatuur 98,1 en 98,8 gram per aanwezige hen per dag. Vanaf de leeftijd dat de gerealiseerde temperaturen meer uit elkaar liepen, kwamen er ook verschillen in lichaamsgewicht. In de periode van 30 tot en met 58 weken leeftijd was het verschil in voeropname tussen de twee staltemperaturen opgelopen tot 8 gram, respectievelijk 106,5 en 114,5 gram per hen per dag voor de hoge en lage staltemperatuur. De dieren bij de lage staltemperatuur groeiden ondanks de lagere temperatuur meer dan de dieren bij de hoge staltemperatuur. Vanaf 47 weken leeftijd neemt het lichaamsgewicht bij de dieren bij de lage staltemperatuur wat af. Deze trend zet zich voort tot aan het einde van de legperiode. De oorzaak hiervan is dat vanaf 50 weken leeftijd een deel van de dieren gerantsoeneerd werd. Mogelijk dat de dieren bij de lage staltemperatuur meer gerantsoeneerd zijn dan de dieren bij de hoge staltemperatuur, omdat het voerniveau veel hoger lag.



Figuur 3.3: Verloop van het lichaamsgewicht bij hoge en lage staltemperatuur

3.3 Eikwaliteit

Opvallend is dat de dieren die werden gehouden bij een hogere staltemperatuur geen hoger waterverbruik hadden (tabel 3.4). Door de lagere voeropname hadden ze wel een hogere water-voerverhouding. Daarom is het extra opvallend dat bij deze dieren minder tweede soort eieren werden geraapt, vooral ook omdat dit verschil hoofdzakelijk werd veroorzaakt door het lagere percentage vuilscalige eieren bij een hoge staltemperatuur. Men zou bij een hogere water-voerverhouding eerder het tegenovergestelde verwachten. Mogelijk geeft de hogere staltemperatuur een aantal bijkomende effecten. In de eerste plaats zal bij een hogere staltemperatuur een kip meer vocht via de uitgeademde lucht afgeven om de lichaamstemperatuur beter te kunnen regelen. Mogelijk dat de keutel die deze kip uitscheidt nagenoeg hetzelfde of misschien wel een hoger drogestofpercentage heeft dan bij een lage staltemperatuur. Dit in plaats van een lager drogestofpercentage door de hogere water-voerverhouding. In de tweede plaats zorgt een hogere staltemperatuur voor sneller opdrogen van het ei direct na het leggen en is het ei minder gevoelig voor bevuiling. Dit geldt alleen als de RV dusdanig laag is dat het vocht opnemend vermogen van de warme lucht beter is dan die van de koude lucht. Bij een hogere staltemperatuur wordt namelijk minder geventileerd, waardoor minder vocht uit de afdeling wordt verwijderd. Ook zal de mest die op de kooibodem achterblijft, sneller indrogen en minder vervuילend werken.

Het drogestofpercentage van de mest in de afdelingen met de hoge staltemperatuur was bij alle monsternamens hoger (figuur 3.4) dan bij de afdelingen met de lage staltemperatuur. Dit heeft een aantal oorzaken:

1. De mest droogt makkelijker en sneller wanneer deze terechtkomt in een omgeving met een hogere staltemperatuur. Dit is natuurlijk afhankelijk van de RV van die lucht (zie opmerking hierboven).
2. De mest werd door een mestbandbeluchtingsysteem belucht. De lucht die over de mest werd geblazen had aan het begin van het beluchtingskanaal dezelfde temperatuur (respectievelijk voor de hoge en lage staltemperatuur 18,1 en 17,7 °C) bij beide

staltemperaturen. Doordat de lucht in de afdeling met de hoge staltemperatuur in het beluchtingssysteem verder werd opgewarmd en bij het uitstromen zich mengde met de lucht van de afdeling, zal de lucht die daadwerkelijk over de mest stroomde warmer geweest zijn. Dit heeft een positief effect op het drogen van de mest.

3. Waarschijnlijk heeft ook de extra vochtafgifte via de uitgeademde lucht bij een hogere staltemperatuur een verhogend effect op het drogestofgehalte van de verse mest.
4. De lagere voeropname bij de afdelingen met de hoge staltemperatuur zal minder kilogram mest opleveren, dus ook minder materiaal dat gedroogd moet worden.

Tussen de twee staltemperaturen zijn geen verschillen aangetroffen in het percentage breuk- en kneuseieren. Het schouwen van de eieren gaf wisselende resultaten. Niet alle verschillen van het schouwen zijn aantoonbaar, maar wat hierbij wel opvalt, is een trend naar minder uitschouw bij een hogere staltemperatuur. Dit strookt niet met de verwachting die we hadden. Dat er nauwelijks verschillen waren in uitschouw komt waarschijnlijk doordat de temperatuur in de leefomgeving maar enkele malen hoger was dan 27 °C. Uit literatuur is bekend dat een staltemperatuur boven die grens problemen met de eikwaliteit kan geven, omdat de voeropname van de dieren dan zodanig daalt dat de calciumstofwisseling verstoord raakt.

Tabel 3.4: Eikwaliteit en drogestofgehalte van de mest bij twee staltemperaturen

	Hoge staltemp.	Lage staltemp.
<i>Waterverbruik (ml p.a.h./d)</i>	196,0	196,9
<i>Water-voerverhouding</i>	1,89 a	1,79 b
<i>Tweede soort eieren (%)¹</i>	14,7 a	17,0 b
<i>Vuilschalige eieren (%)²</i>	11,9 a	15,1 b
<i>Stofeieren (%)²</i>	1,1 (a)	0,8 (b)
<i>Breuk/kneus eieren (%)²</i>	1,7	1,8
<i>Uitschouw 30 weken (%)³</i>	2,5 (a)	3,0 (b)
<i>Uitschouw 49 weken (%)³</i>	5,6 (a)	7,8 (b)
<i>Uitschouw 66+71 weken (%)³</i>	9,2	10,0
<i>Drogestofgehalte mest (%)⁴</i>	55,9 a	50,3 b

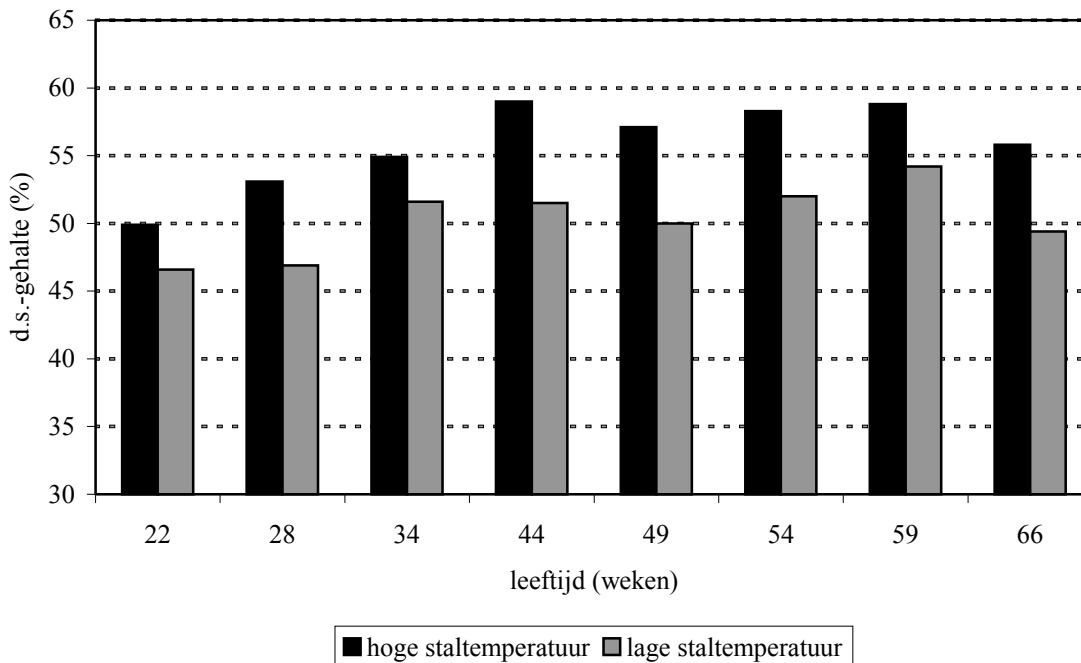
Als significante verschillen zijn gevonden ($P < 0,05$) is dit aangegeven met verschillende letters. Letters tussen haakjes geven een tendens aan ($P < 0,10$). Indien geen letters zijn vermeld, waren de verschillen niet significant.

¹ = elke dag bepaald.

² = 1 keer per week bepaald een 1 volledige dagproductie.

³ = percentage breuk/kneus, haarscheuren en sterbarsten bij schouwen.

⁴ = gemiddelde van de drogestofgehalten van 22, 28, 34, 44, 49, 54, 59 en 66 weken leeftijd.



Figuur 3.4: Verloop van het drogestofgehalte van de mest bij hoge en lage staltemperatuur

3.4 Uitvalsoorzaken

Een verhoogde staltemperatuur kan eerder een verhoogde uitval door beenderverweking en ontkalking geven. Er zijn echter geen duidelijke verschillen in uitvalsoorzaken tussen de twee staltemperaturen gevonden (tabel 3.5). Het percentage uitval veroorzaakt door botbreuken lijkt wat hoger bij de hoge staltemperatuur, maar dit kwam door problemen met de batterijen in één afdeling. Dit is niet toe te schrijven aan de behandeling.

Tabel 3.5: Percentage uitval per oorzaak bij twee staltemperaturen

	Hoge staltemp.	Lage staltemp.
<i>Botbreuk</i>	1,0	0,3
<i>Overige pootgebreken</i>	0,2	0,3
<i>Eileiderontst. en -concrementen</i>	0,7	0,8
<i>Leververvetting (+ ruptuur)</i>	0,3	0,1
<i>Overige afwijkingen buikholte</i>	0,6	0,8
<i>Beenderverweking/ontkalking</i>	0,4	0,4
<i>Bloedcirculatie</i>	0,4	0,6
<i>Uitwendige afwijkingen</i>	0,2	0,1
<i>Niet onderzocht</i>	0,3	0,4
<i>Ongeluk</i>	0,4	0,3
<i>Totaal</i>	4,5	4,1

3.5 Economische evaluatie

In deze paragraaf behandelen we alleen de voerwinst, dus opbrengsten minus voerkosten. In deel 4 wordt uitgebreid ingegaan op andere bijkomende kosten, zoals het verschil in ventileren (elektriciteitskosten).

Omdat er geen verschil was in uitval is voor de economische evaluatie uitgegaan van de kengetallen per aanwezige hen. Vooral door het grote verschil in voerverbruik hebben de dieren die bij de hoge staltemperatuur werden gehouden een voerwinst die 114 cent hoger was dan bij de dieren bij de lage staltemperatuur (tabel 3.6). Het aandeel voerwinst door het lagere percentage vuilschaligheid hierin is relatief klein (+ 17 cent).

Tabel 3.6: Economische evaluatie bij twee verschillende staltemperaturen over de periode van 18 tot en met 74 weken leeftijd¹

	Hoge t.o.v. lage staltemperatuur	
	Effect op technische resultaten	Financieel verschil
<i>Opbrengsten²</i>		
<i>Vuilschalig (%)</i>	- 3,2	+ f 0,17
<i>Kosten</i>		
<i>Voerverbruik (g p.a.h./d)</i>	- 6,2	+ f 0,97
<i>Voerwinst</i>		+ f 1,14

¹ = Omdat de uitval niet significant verschilde, is in de berekening uitgegaan van kengetallen per aanwezige hen.

² = Omdat de eimassa niet significant verschilde, is dit niet meegenomen in de berekening.

Uitgangspunten: legperiode 56 weken, voerprijs f 40,-/100 kg en vuilschaligheid kost 1,5 cent per ei.

Verskil in kosten voor electra (ventilatie) en gas (verwarming) komen in het laatste hoofdstuk aan de orde.

CONCLUSIES

Een hoge staltemperatuur (gemiddeld gerealiseerd 25,1 °C) gaf ten opzichte van een lage staltemperatuur (gemiddeld gerealiseerd 20,1 °C):

- 65 % minder ventilatie
- Geen verschillen in eiproductie
- Een lagere voeropname per dier per dag van 6,2 gram over de gehele legperiode, een lagere voerconversie en minder voerverbruik per opgehokte hen
- Geen verschil in uitval of uitvalsoorzaken
- Gedurende de legperiode een lager lichaamsgewicht wat aan het einde van de legperiode was verdwenen
- Een gelijk waterverbruik per aanwezige hen per dag
- Een hogere water-voerverhouding
- Minder tweede soort eieren, vooral veroorzaakt door minder vuilchalige eieren
- Geen verschil in percentage breuk- en kneuseieren
- Een trend naar minder uitschouw eieren
- Een hoger drogestofpercentage van de mest
- Een hogere voerwinst van 114 cent.

De proef is uitgevoerd in kleine afdelingen bij batterijen met mestbandbeluchting, drie etages hoog en een ventilatieplafond (met voor iedere batterij een rij gaatjes), een optimale verse luchtaanvoer en dus geringe temperatuurverschillen tussen de verschillende etages en rijen. De verdeling van de lucht en temperatuur zal in een zes-etage batterij met alleen aanvoer van verse lucht via zijkleppen zonder mestbandbeluchting slechter zijn.

LITERATUUR

Informatie en Kennis Centrum Veehouderij; Afdeling Veehouderij, 1994. Handboek voor de pluimveehouderij (3^e druk): 172-174.

Marsden, A., T.R. Morris & A.S. Cromarty, 1987. Effects of constant environmental temperatures on the performance of laying pullets. *British Poultry Science* 28: 361-380.

Odom, T.W., P.C. Harrison & W.G. Bottje, 1986. Effects of thermal-induced respiratory alkalosis on blood ionized calcium level in the domestic hen. *Poultry Science* 5: 570-573.

Wall, R., 1976. Cage layer fatigue; it is basically a nutritional deficiency aggravated by management and other diseases. *Poultry Digest* 35: (407) 23-24.

Bijlage 1: Samenstelling van voeders en berekende voederwaarde

		Fase1			Fase 1(46)*			
		Contr.	Rijk	Eigew.	Contr.	Rijk	Eigew.	Arm
<i>Tarwe</i>	(%)	-	4,5	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0
<i>Mais</i>		40,0	40,0	40,0	40,0	40,0	40,6	47,8
<i>Tapioca</i>		10,7	7,4	8,0	4,2	1,1	6,8	-
<i>Erwten</i>		-	-	-	-	-	-	-
<i>Maisglutenvoermeel</i>		7,1	3,6	-	10,0	10,0	3,7	10,0
<i>Raapzaadschroot</i>		3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	2,3	3,0
<i>Soyaschroot</i>		15,0	16,6	14,7	9,2	13,3	15,5	10,5
<i>Zonnebloemzaadschroot</i>		7,5	7,5	6,2	5,0	3,0	3,0	2,8
<i>Tarwegries</i>		-	-	-	1,0	1,2	-	-
<i>Diermeel</i>		1,5	1,9	4,5	4,0	3,9	5,0	4,3
<i>Dierlijk vet</i>		4,0	4,0	1,1	2,7	3,5	0,7	0,7
<i>Mengvetz. plantaardig</i>		0,9	1,3	2,9	0,9	1,2	2,8	1,5
<i>Synth. Lysine</i>		-	-	-	0,3	0,1	-	-
<i>Alimet</i>		0,1	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,1
<i>Kalksteen</i>		6,0	5,8	5,4	5,6	5,7	5,4	5,5
<i>Krijt</i>		2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5
<i>Monocalciumfosfaat</i>		0,4	0,3	0,3	-	-	0,2	-
<i>Zout</i>		0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
<i>Vaste fytase</i>		0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,2	0,3
<i>OE</i>	(Kcal/kg)	2825	2901	2901	2826	2900	2900	2800
<i>As</i>	(g/kg)	131	127	125	125	125	124	121
<i>Ruw vet</i>		73	78	66	66	76	64	54
<i>Ruwe celstof</i>		46	43	39	41	36	34	35
<i>Ruw eiwit</i>		170	176	176	167	178	178	170
<i>Zetmeel</i>		349	350	380	369	350	380	389
<i>Vert. Lysine</i>		6,5	7,0	7,0	6,5	7,0	7,0	6,1
<i>Vert. Methionine</i>		3,5	3,7	3,8	3,6	3,7	3,9	2,8
<i>Vert. Meth. + Cyst.</i>		5,9	6,2	6,2	5,9	6,2	6,2	5,2
<i>Vert. Threonine</i>		5,0	5,2	5,1	4,8	5,2	5,2	4,9
<i>Vert. Tryptofaan</i>		1,5	1,6	1,6	1,3	1,5	1,5	1,4
<i>Vert. Isoleucine</i>		5,8	6,1	5,9	5,3	5,8	5,9	5,5
<i>Vert. Valine</i>		6,6	6,8	6,8	6,6	7,1	7,0	6,8
<i>Linolzuur</i>		18,0	20,0	24,0	18,0	20,0	24,0	20,0
<i>Calcium</i>		37,3	36,7	36,8	36,7	36,7	36,8	36,2
<i>Fosfor</i>		5,2	5,2	5,4	5,2	5,2	5,4	5,2
<i>Opneembaar fosfor</i>		3,0	3,0	3,2	3,0	3,0	3,2	3,0
<i>Natrium</i>		1,3	1,2	1,3	1,3	1,4	1,3	1,3
<i>Kalium</i>		8,0	7,9	7,2	6,9	7,3	7,2	6,7

* Fase 1(46) is vanaf 46 weken leeftijd verstrekt.

Vervolg van bijlage 1

		Fase 1(65)*			
		Contr.	Rijk	Eigew.	Arm
<i>Tarwe</i>	(%)	10,0	10,0	10,0	10,0
<i>Mais</i>		41,5	40,2	44,5	47,8
<i>Tapioca</i>		-	-	-	-
<i>Erwten</i>		-	3,0	5,0	-
<i>Maisglutenvoermeel</i>		5,4	6,3	1,9	5,4
<i>Raapzaadschroot</i>		3,0	3,0	1,3	3,0
<i>Soyaschroot</i>		9,9	11,2	11,0	9,8
<i>Zonnehloemzaadschroot</i>		7,5	7,5	7,5	7,5
<i>Tarwegries</i>		5,0	-	-	-
<i>Diermeel</i>		2,3	3,5	5,0	3,8
<i>Dierlijk vet</i>		3,6	3,5	0,8	1,0
<i>Mengvetz. plantaardig</i>		0,7	1,3	2,6	1,5
<i>Synth. Lysine</i>		0,3	0,2	0,1	-
<i>Alimet</i>		0,2	0,2	0,2	0,1
<i>Kalksteen</i>		6,8	6,4	6,2	6,3
<i>Krijt</i>		2,5	2,5	2,5	2,5
<i>Monocalciumfosfaat</i>		-	-	0,1	-
<i>Zout</i>		0,1	0,1	0,1	0,1
<i>Vaste fytase</i>		0,3	0,3	0,2	0,3
<i>OE</i>	(Kcal/kg)	2824	2899	2899	2800
<i>As</i>	(g/kg)	131	128	126	126
<i>Ruw vet</i>		71	76	64	56
<i>Ruwe celstof</i>		44	42	39	41
<i>Ruw eiwit</i>		166	178	177	170
<i>Zetmeel</i>		353	350	380	383
<i>Vert. Lysine</i>		6,6	7,1	7,1	6,1
<i>Vert. Methionine</i>		3,6	3,8	3,9	3,0
<i>Vert. Meth. + Cyst.</i>		6,0	6,3	6,3	5,4
<i>Vert. Threonine</i>		4,9	5,2	5,2	4,9
<i>Vert. Tryptofaan</i>		1,3	1,6	1,5	1,4
<i>Vert. Isoleucine</i>		5,3	5,9	5,8	5,5
<i>Vert. Valine</i>		6,6	7,0	6,9	6,8
<i>Linolzuur</i>		18,0	20,0	24,0	20,0
<i>Calcium</i>		39,4	38,5	38,5	38,5
<i>Fosfor</i>		4,9	4,9	5,1	4,9
<i>Opneembaar fosfor</i>		2,7	2,7	2,9	2,7
<i>Natrium</i>		1,3	1,3	1,3	1,3
<i>Kalium</i>		7,1	7,1	6,7	6,7

* Fase 1(65) is vanaf 65 weken leeftijd verstrekt en heeft een hoger calciumgehalte en een lager fosforgehalte.

Bijlage 2: English headings of figures and English tables

Figure 3.1: Progress of temperature in the house (day average) at high and low target temperature

Figure 3.2: Progress of the ventilation rate (day average) at high and low target temperature

Figure 3.3: Progress of bird weight at high and low temperature

Figure 3.4: Progress of dry matter content at high and low temperature

Table 3.1: Realised temperature of the house at high and low temperature

Period (age)	High temperature		Low temperature		Average	
	House 1	House 5	House 2	House 6	High	Low
<i>18 – 29 weeks</i>	24.3	24.6	22.3	23.1	24.5	22.7
<i>30 – 58 weeks</i>	25.0	25.1	18.4	18.3	25.0	18.3
<i>59 – 74 weeks</i>	25.7	25.7	21.0	21.4	25.7	21.2
<i>18 – 74 weeks</i>	25.1	25.1	19.9	20.2	25.1	20.1

Table 3.2: Realised ventilation rate at high and low temperature (m³ air/hour)

Period (age)	High temperature		Low temperature		Average	
	House 1	House 5	House 2	House 6	High	Low
<i>18 – 29 weeks</i>	1827	1938	4762	4540	1883	4651
<i>30 – 58 weeks</i>	534	767	1796	2171	651	1984
<i>59 – 74 weeks</i>	1201	1268	3898	3950	1234	3924
<i>18 – 74 weeks</i>	993	1154	3010	3169	1074	3090

Table 3.3: Technical results at high and low temperature

	High temperature	Low temperature
<i>Percentage of lay</i>	87.1	87.1
<i>Egg weight (g)</i>	60.4	60.9
<i>Egg mass (g/h/d)</i>	52.6	53.1
<i>Number of eggs/h.h.</i>	335.5	336.0
<i>Kg egg/h.h.</i>	20.25	20.47
<i>Mortality (%)</i>	4.5	4.1
<i>Feed intake (g/h/d)</i>	104.0 a	110.2 b
<i>Kg feed/kg egg</i>	1.98 a	2.08 b
<i>Feed intake/h.h.</i>	40.1 a	42.5 b
<i>Body weight (g)¹</i>	1742	1751

Figures in horizontal direction with different letters are significantly different (P<0.05). If there was a tendency for a different (P<0.10) the letters are placed between brackets. If no letters are present, no differences were found.

¹ = Body weight is the average of measurements on 67 and 71 weeks of age.

Table 3.4: Water intake, water-feed ratio, egg-quality and dry matter content of the manure at high and low temperature

	High temperature	Low temperature
<i>Water intake (ml/h/d)</i>	196.0	196.9
<i>Water-feed ratio</i>	1.89 a	1.79 b
<i>Second grade eggs (%)¹</i>	14.7 a	17.0 b
<i>Dirty eggs (%)²</i>	11.9 a	15.1 b
<i>Dust eggs (%)²</i>	1.1 (a)	0.8 (b)
<i>Cracked eggs (%)²</i>	1.7	1.8
<i>Cracked eggs (% candling off eggs at 30 weeks)³</i>	2.5 (a)	3.0 (b)
<i>Cracked eggs (% candling off eggs at 49 weeks)³</i>	5.6 (a)	7.8 (b)
<i>Cracked eggs (% candling off eggs at 66+71 weeks)³</i>	9.2	10.0
<i>Dry matter content of the manure (%)⁴</i>	55.9 a	50.3 b

Figures in horizontal direction with different letters are significantly different (P<0.05). If there was a tendency for a different (P<0.10) the letters are placed between brackets. If no letters are present, no differences were found.

¹ = determined every day

² = determined once a week.

³ = percentage cracked, haircracks, starcracks and pinholes

⁴ = The dry matter content of the manure is the average of the measurements on 21, 28, 34, 43, 49, 53, 59 and 73 weeks of age.

Table 3.5: Percentage mortality per cause of hens at high and low temperature

	High temperature	Low temperature
<i>Broken bone</i>	1.0	0.3
<i>Other legproblems</i>	0.2	0.3
<i>Egg-peritonitis/-concrements</i>	0.7	0.8
<i>Fatty livers (+ ruptures)</i>	0.3	0.1
<i>Other intestinal abnormalities</i>	0.6	0.8
<i>Osteomalacia (caged layer fatigue)</i>	0.4	0.4
<i>Blood circulation</i>	0.4	0.6
<i>Cannibalism</i>	0.2	0.1
<i>Not investigated</i>	0.3	0.4
<i>Accident</i>	0.4	0.3
<i>Total</i>	4.5	4.1

Table 3.6: Economic evaluation at high and low temperature¹

	High temperature	
	Different with control	Financial difference
<i>Output</i>		
<i>Dirty eggs (%)</i>	- 3.2	+ f 0.17
<i>Cost</i>		
<i>Feed intake (g/h/d)</i>	- 6.2	+ f 0.97
<i>Feed profit</i>		+ f 1.14

¹ = Because the mortality didn't significantly, in the calculations the results per hen are used.
Basic figures: f 1.70/kg egg, laying period 56 weeks, feed price f 42.-/100 kg.

DEEL 2:

THEORETISCHE BEREKENINGEN EFFECT HOGE EN LAGE TEMPERATUUR IN PRAKTIJKSTALLEN

SAMENVATTING

Naar aanleiding van een proef in de batterijstal van het PP is uitgerekend of een hoge gewenste staltemperatuur ook extra kosten geeft. Uit de berekening komt naar voren dat een hoge staltemperatuur (25 °C) extra voerkosten of stookkosten met zich meebrengt en lagere kosten voor de ventilatie. Op basis van de berekeningen is het voordeliger om de extra voerkosten te accepteren die worden veroorzaakt door het niet kunnen handhaven van de staltemperatuur. Een lage staltemperatuur (20 °C) geeft hogere kosten voor het elektraverbruik van de ventilatie. Door de hogere voerwinst, behaald door de lagere voeropname en de lagere kosten voor ventilatie, wordt het voordeel bij een hoge staltemperatuur circa f 1,28 per henplaats per ronde. Een lagere bezetting als gevolg van de Europese wetgeving (vier hennen per kooi in plaats van vijf) geeft nagenoeg hetzelfde financiële resultaat.

SUMMARY

Based on the results of a study on a low and a high temperature in a house for caged layers the extra costs are calculated. The calculations show higher costs for feed or heating for the house temperature of 25 °C but the costs for ventilation are lower. The costs for heating to keep the house temperature at 25 °C are much higher than the extra feed costs when the temperature can not be kept at 25 °C. A house temperature of 20 °C mean higher costs for ventilation. Comparing the two temperatures there is a benefit for the temperature of 25 °C of *f* 1.28 per place per cycle, because of the higher feed profit and the lower costs for ventilation. The financial profit is the same for the situation with four hens per cage in stead of five.

1 INLEIDING

In deel 1 van dit verslag is een proef beschreven met twee verschillende staltemperaturen in de batterijstal van het Praktijkonderzoek Pluimveehouderij “Het Spelderholt” (PP). Daarbij zijn 18 en 26 °C aangehouden als temperaturen in het gangpad. Maar gemiddeld kwam de gerealiseerde staltemperatuur uit op 20 en 25 °C. Uit de proef komt een voordeel op basis van de voerwinst naar voren voor de hoge staltemperatuur. Dit is met name gebaseerd op de lagere voeropname bij de hoge staltemperatuur.

De vraag is of men de in de proef gerealiseerde staltemperatuur in de praktijk ook kan aanhouden, eventueel tegen extra stookkosten. Of moet, bij lage buitentemperaturen, een lagere staltemperatuur worden geaccepteerd met daarbij een hogere voeropname en dus minder hoge voerwinst. Bij de proef op het PP is het energieverbruik om de stal op de temperatuur van 26 °C te houden niet geregistreerd. In hoeverre de extra energiekosten hiervoor ook worden gecompenseerd door de lagere voerkosten, is dus niet na te gaan. Op basis van de beschikbare gegevens kunnen we echter wel een theoretische benadering maken. Daarbij kan het verschil in energiekosten voor de ventilatie worden meegenomen.

Er zijn veel ontwikkelingen in de wetgeving met betrekking tot de huisvesting van leghennen. In de EG-regelgeving wordt vanaf 2003 een minimale oppervlakte per hen voorgeschreven van 550 cm² bij batterijhuisvesting. Het is dan ook van belang of de uitkomsten van de berekeningen bij een lagere bezetting van de stal (vier hennen per kooi in plaats van vijf), nog hetzelfde zijn.

In dit tweede deel van het verslag wordt de theoretische benadering uitgewerkt. In eerste instantie gaan we in op de invloed van de ingestelde staltemperatuur op het ventilatieniveau en het aantal uren dat op minimum en maximum wordt geventileerd (hoofdstuk 2). Daarna worden de uitgangspunten voor de berekeningen aangegeven in hoofdstuk 3. In hoofdstuk 4 presenteren we de resultaten met aansluitend een discussie. Afsluitend volgt in hoofdstuk 5 de conclusie op basis van de berekeningen.

2 THEORIE VENTILEREN

Over het ventileren van pluimveestallen is veel informatie beschikbaar. In dit hoofdstuk wordt kort ingegaan op de gevolgen van het instellen van een andere staltemperatuur op de ventilatie.

2.1 Minimum ventilatie

In veel batterijstallen wordt een staltemperatuur ingesteld van rond de 23 °C. Dat wil zeggen dat bij deze staltemperatuur de ventilatie op het minimum draait. Dit moet genoeg zijn om overtollig vocht, CO₂ en ammoniak af te voeren. De warmtebalans is op dat moment in evenwicht: er wordt evenveel warmte afgevoerd door de ventilatie en verliezen via de omwanding, als er wordt geproduceerd door de dieren. Het bereiken van de minimumventilatie gebeurt bij een bepaalde buitentemperatuur. Als de buitentemperatuur stijgt, wordt het warmer in de stal en neemt de ventilatie toe, totdat alle ventilatoren maximaal draaien en alle inlaatkleppen helemaal open staan: maximum ventilatie. Wordt het buiten kouder, dan zakt de staltemperatuur beneden de 23 °C, of moet worden bijverwarmd om de temperatuur te handhaven. In goed geïsoleerde batterijstallen, waarbij ook de minimumventilatie goed beheersbaar is, komt bijverwarmen echter nauwelijks voor. Vooral niet als voor het opwarmen van de lucht voor de mestdroging een warmtewisselaar wordt gebruikt.

Als er een lagere temperatuur wordt ingesteld in de stal, komt de ventilatie ook bij een lagere buitentemperatuur op het minimumniveau dan bij een gewenste temperatuur van 23 °C. Bij een hogere gewenste staltemperatuur is dat juist bij een hogere buitentemperatuur het geval.

2.2 Invloed op de ventilatiestand

Als bij een lage staltemperatuur de ventilatie bij een lage buitentemperatuur al begint toe te nemen, zal gemiddeld over een jaar het ventilatieniveau hoger zijn; bij een hoge staltemperatuur is het ventilatieniveau gemiddeld lager. In figuur 2.1 is de verdeling weergegeven van het aantal uren (in %) dat de ventilatie op een bepaald niveau (in % van het maximum) draait. De figuur is gebaseerd op gemeten waarden over de hele koppel in de batterijstal van het PP bij de proef met de hoge en lage staltemperatuur (resp. 26 en 18 °C als gewenste waarden). De opzet van deze proef is beschreven in het eerste deel van dit verslag.

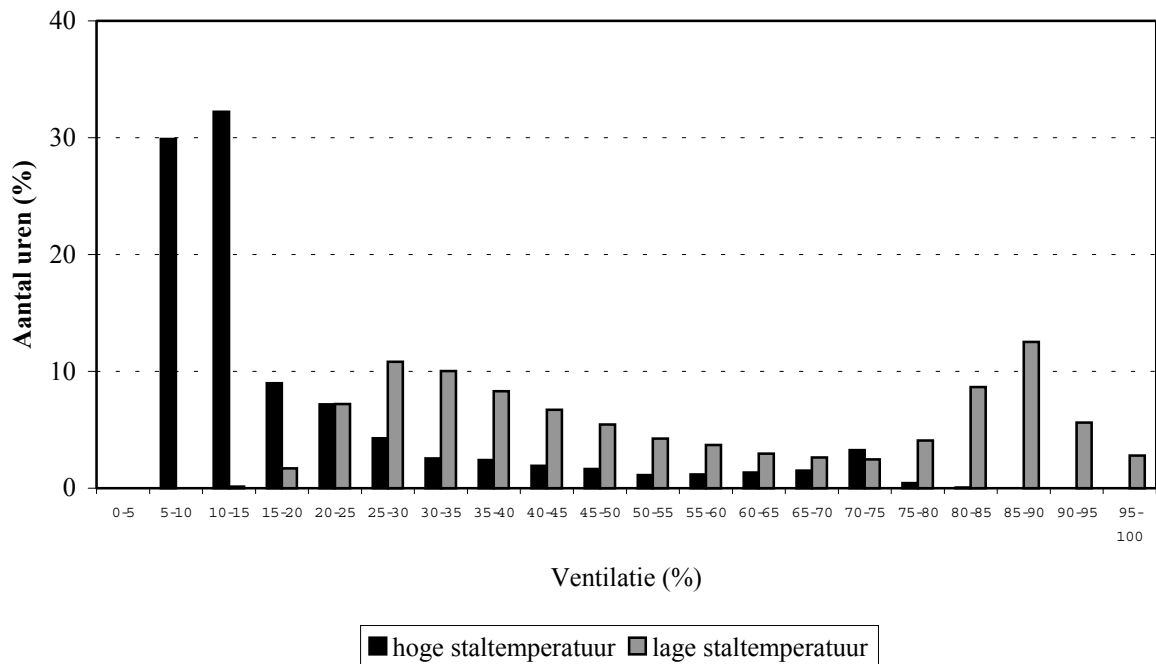
In de figuur is te zien dat bij de hoge gewenste staltemperatuur veel wordt geventileerd bij lage ventilatieniveaus, vooral tussen 5 en 15 %. Bij de hoge temperatuur komen ventilatieniveaus van boven de 80 % nauwelijks voor (minder dan 0,05 %). Het gemiddelde ventilatieniveau over de hele ronde was bij deze temperatuur ongeveer 20 % van het maximum. Bij de lage staltemperatuur wordt, zoals verwacht, nauwelijks geventileerd op de lage niveaus maar juist op de hoge niveaus. Het meest op 85-90 %. Gemiddeld over de hele ronde was de ventilatie 56 % van het maximum.

Bij figuur 2.1 gaat het om de waarden van een koppel bij de toen heersende buitenomstandigheden. Vooral perioden met hoge of lage buitentemperaturen hebben grote invloed op deze verdeling.

2.3 Gevolgen voor energieverbruik

Om een hoge gewenste staltemperatuur te handhaven is eventueel verwarming nodig. Daartegenover blijkt uit het vorige dat dan de ventilatie meer op het minimumniveau draait. Aan de ene kant dus extra stookkosten om de stal op temperatuur te houden, aan de andere

kant lagere elektriciteitskosten. Bij een lage staltemperatuur zal dit juist andersom zijn: geen stookkosten, maar wel hogere kosten voor elektriciteit. Hoe groot de verschillen kunnen zijn is berekend aan de hand van een voorbeeldstal.



Figuur 2.1: Ventilatieverdeling bij hoge en lage staltemperatuur bij leghennen in batterijhuisvesting

3 UITGANGSPUNTEN VOOR BEREKENINGEN

Omdat de proef bij het PP is uitgevoerd met hennen die zijn gehuisvest volgens de geldende wetgeving in 1998, zijn de berekeningen in eerste instantie voor die situatie berekend. Aanvullend zijn ook berekeningen gedaan voor een situatie met meer beschikbare oppervlakte voor de dieren, volgens de Europese wet- en regelgeving met betrekking tot de huisvesting van leghennen in batterijen.

3.1 Situatie 1998

Basis voor de berekeningen is een goed geïsoleerde batterijstal (zes rijen, vier etages, 450 cm²/hen) voor ongeveer 50.000 hennen. De batterijen zijn voorzien van mestbandbeluchting. De lucht hiervoor (0,7 m³/dier/uur) wordt opgewarmd met behulp van een warmtewisselaar.

In tabel 3.1 staan enkele technische gegevens van de stal weergegeven. De warmtewisselaar zuigt meer lucht uit de stal als wordt ingeblazen. De lucht die de warmtewisselaar afzuigt wordt meegerekend voor de minimumventilatie. Ter aanvulling is er nog één ventilator nodig voor de minimumventilatie. Voor de verdere ventilatie worden tot circa 30 % nog een aantal kleine en voor het maximum grote ventilatoren gebruikt.

Voor het berekenen van het energieverbruik van de grote ventilatoren is aangenomen dat deze op 40 % van de capaciteit draaien tussen minimum en maximum ventilatie.

Tabel 3.1: Technische uitgangspunten batterijstal voor ca. 50.000 leghennen

Onderdeel	Waarde
<i>Afmetingen:</i>	
– Lengte x breedte	110 x 16 m.
– Muurplaathoogte	2,50 m.
– Dakhelling	22,5 °
<i>Isolatie (k-waarde):</i>	
– Vloer	4,2 W/m ² /°C
– Wanden	0,7 W/m ² /°C
– Dak	0,4 W/m ² /°C
<i>Ventilatie:</i>	
– Minimum	1 m ³ /dier/uur
– Maximum	3,6 m ³ /kg/uur
– P-band	3 °C
<i>Warmtewisselaar:</i>	
– Inblaasventilatoren	2 stuks à 7,5 kW (ca. 17.500 m ³ /uur/stuk)
– Afzuigventilatoren	4 stuks à 0,75 kW (ca. 10.000 m ³ /uur/stuk)
– Rendement	80 %
– Aanzuigtemperatuur	3 °C boven staltemperatuur
<i>Ventilatoren:</i>	
	6 stuks à 0,7 kW (ca. 8.500 m ³ /uur/stuk)
	5 stuks à 1,5 kW (ca. 35.000 m ³ /uur/stuk)
<i>Temperaturen:</i>	
– onder de stal	8 °C
– laagste buitentemperatuur	-10 °C
<i>Verwarming:</i>	
– rendement	85 %

In tabel 3.2 staan de uitgangspunten voor twee berekeningen. Deze uitgangspunten zijn gebaseerd op de resultaten van de proef bij het PP. Dit geldt met name voor de voeropname, de water-voerverhouding, het diergewicht en de staltemperatuur. Het diergewicht en de staltemperatuur zijn factoren die de warmteproductie van de dieren beïnvloeden. Voor het omrekenen van de kosten per jaar naar de kosten per ronde wordt gerekend met 450 dagen per ronde (incl. leegstand en opfok).

Tabel 3.2: Uitgangspunten berekeningen energiekosten bij hoge en lage staltemperatuur bij leghennen in batterijhuisvesting

<i>Onderdeel</i>	Hoge temperatuur	Lage temperatuur
<i>Staltemperatuur</i>	25 °C	20 °C
<i>Diergewicht</i>	1.740 gram	1.750 gram
<i>Voerverbruik</i>	104 gr/dier/dag	110 gr/dier/dag
<i>Water-voerverhouding</i>	1,9	1,8

3.2 Situatie 2003

Vanaf 1 januari 2003 moeten leghennen gehuisvest in batterijen de beschikking hebben over minimaal 550 cm²/dier (Richtlijn 1999/74/EG; “Vaststelling van minimumnormen voor de bescherming van legkippen”). Voor de voorbeeldsituatie betekent dit dat er in plaats van vijf hennen per kooi nog maar vier hennen worden gehouden. Dit heeft natuurlijk gevolgen voor de berekeningen; vooral voor de ventilatie verandert het een en ander.

De inblaasventilatoren voor de warmtewisselaar blijven op de huidige capaciteit draaien. Eventueel zijn er ventilatoren te installeren met een kleinere capaciteit, maar dit geeft extra investeringskosten. De uitblaasventilatoren van de warmtewisselaar zijn voldoende voor de minimumventilatie. Er zijn minder kleine ventilatoren nodig, maar vanwege de kosten om die te verwijderen blijven ze zitten. Gevolg is dat er in feite een overcapaciteit aanwezig is. In de berekeningen is uitgegaan van een kleiner aantal ventilatoren die worden gebruikt: vier voor het gebied tussen minimum en maximum ventilatie en vier voor de maximum ventilatie (was voor allebei vijf).

4 RESULTATEN BEREKENINGEN

Op basis van de uitgangspunten uit hoofdstuk 3 zijn de kosten berekend voor de twee verschillende gangpadtemperaturen in een batterijstal met circa 50.000 leghennen. In eerste instantie voor de situatie tijdens de proefronde (1998) en in tweede instantie voor de situatie na 2003, als de hennen in de batterij over meer leefoppervlakte moeten beschikken. Vooraf gaan we kort in op de manier van berekenen van de diverse waarden. De gebruikte formules staan in bijlage 2.

4.1 Wijze van berekenen

Het belangrijkste onderdeel van de berekeningen is de warmtebalans. Als de warmtebalans in evenwicht is wordt er evenveel warmte afgevoerd als geproduceerd. Op dat moment wordt er geventileerd op het minimum niveau (zie paragraaf 2.1). De buitentemperatuur waarbij dit optreedt is de “stookgrens”. Door de stookgrens op te zoeken in de graadurentabel (zie bijlage 1) is het aantal uren per jaar dat de ventilatie op het minimum draait vast te stellen.

Op dezelfde manier is ook het aantal uren te bepalen dat de ventilatie op maximum draait. Ook dan is er een evenwicht in de warmtebalans en wordt dit bereikt bij een bepaalde buitentemperatuur. Het aantal uren dat de buitentemperatuur boven deze waarde komt in Nederland staat ook in de graadurentabel.

Het aantal uren dat de ventilatie continu op minimum of maximum draait is nu bekend. De overige uren van het jaar wordt de ventilatie tussen deze beide standen geregeld op basis van de staltemperatuur.

Door het aantal uren dat een ventilator draait te vermenigvuldigen met het opgenomen vermogen, is het elektriciteitsverbruik te berekenen. De kosten volgen dan uit het elektriciteitsverbruik maal de prijs. Voor de minimumventilatie zijn de kosten voor beide situaties gelijk, omdat het hele jaar door dit minimum niveau aanwezig moet zijn. De verschillen in kosten worden veroorzaakt door het verschil in uren dat de ventilatie tussen minimum en maximum wordt geregeld en continu op maximum draait.

De kosten voor het eventueel verwarmen van de stal worden ook berekend op basis van de stookgrens. Het aantal uren dat de buitentemperatuur beneden deze waarde komt, moet de binnenkomende lucht worden opgewarmd om de staltemperatuur te handhaven. De hiervoor benodigde hoeveelheid brandstof is te berekenen met behulp van de energie-inhoud van lucht, de verbrandingswaarde van de brandstof en het rendement van de verwarming.

4.2 Situatie 1998

In tabel 4.1 staan de resultaten van de berekeningen van de energiekosten voor de situatie in 1998 bij twee staltemperaturen: 25 en 20 °C, zoals gerealiseerd in de proef van het PP. In de berekeningen zijn niet de elektrakosten voor de warmtewisselaar en de minimumventilatie meegenomen, omdat die voor beide situaties gelijk zijn.

Tabel 4.1: Resultaten berekeningen energiekosten hoge en lage staltemperatuur bij leghennen in batterijhuisvesting bij vijf hennen/kooi

Onderdeel	Hoge temperatuur	Lage temperatuur
<i>Staltemperatuur</i>	25 °C	20 °C
<i>Voelbare warmteproductie¹</i>	6,0 W/dier	7,5 W/dier
<i>Minimumventilatie:</i>		
– <i>bij buitentemperatuur</i>	Beneden 6,3 °C	Beneden -17 °C
– <i>duur</i>	3.197 uur/jaar	1 uur/jaar
<i>Maximumventilatie:</i>		
– <i>buitentemperatuur</i>	Boven 23,6 °C	boven 17,7 °C
– <i>duur</i>	109 uur/jaar	810 uur/jaar
– <i>kosten²</i>	0,8 cent/plaats/ronde	5,6 cent/plaats/ronde
<i>Ventilatie tussen min. en max.</i>		
– <i>duur</i>		
– <i>kosten²</i>	5.453 uur/jaar	7.949 uur/jaar
	22,2 cent/plaats/ronde	32,3 cent/plaats/ronde
<i>Verwarming:</i>		
– <i>stookgrens</i>	6,3 °C	-17 °C
– <i>graaduren</i>	13.133 graaduren/jaar	2 graaduren/jaar
– <i>stookkosten³</i>	64,1 cent/plaats/ronde	0 cent/plaats/ronde

1 Berekende waarde o.b.v. diergewicht en staltemperatuur.

2 Prijs elektriciteit f 0,25 per kWh.

3 Prijs aardgas f 0,66 per m³.

Uit de tabel komt voor de verdeling van de ventilatiestanden hetzelfde beeld naar voren als uit de meetwaarden in figuur 2.1. Bij de lage staltemperatuur wordt maar weinig tijd op het minimumniveau geventileerd. Reden hiervoor is dat al boven een buitentemperatuur van -17 °C de staltemperatuur gaat oplopen. Bij een buitentemperatuur van ongeveer 17,5 °C is de staltemperatuur al 3 °C boven de gewenste temperatuur en draait de ventilatie op het maximum. Tussen de beide buitentemperaturen wordt de ventilatie op en neer geregeld. Dit gebeurt het grootste deel van het jaar. De totale kosten van het ventileren voor deze beide perioden zijn 37,9 cent per henplaats per ronde.

Bij de staltemperatuur van 25 °C draait de ventilatie een groter deel van het jaar op het minimum, omdat een buitentemperatuur van 6,3 °C of lager in Nederland gemiddeld veel voorkomt. Het aantal uren per jaar dat de ventilatie moet worden geregeld of op het maximum draait is daardoor veel kleiner. Het gevolg hiervan is dat de elektrakosten van de ventilatie lager zijn: totaal 23 cent per henplaats per ronde.

Het gevolg van de hogere gangpadtemperatuur is dat verwarming nodig is om deze temperatuur te handhaven. De kosten voor het gasverbruik worden geschat op 64 cent per henplaats per ronde. Of deze kosten opwegen tegen het accepteren van een lagere staltemperatuur en daarbij hoger voerverbruik, wordt besproken in hoofdstuk 5.

Op basis van de berekeningen is de schatting dat de totale kosten als de stal op 25 °C wordt gehouden, ongeveer 58 cent per henplaats per jaar hoger liggen ten opzichte van een gangpadtemperatuur van 20 °C.

4.3 Situatie 2003

De resultaten voor beide ingestelde staltemperaturen voor de situatie in 2003 (vier hennen per kooi in plaats van vijf) zijn weergegeven in tabel 4.2.

Tabel 4.2: Resultaten berekeningen energiekosten hoge en lage staltemperatuur bij leghennen in batterijhuisvesting bij vier hennen/kooi

Onderdeel	Hoge temperatuur	Lage temperatuur
<i>Staltemperatuur</i>	25 °C	20 °C
<i>Voelbare warmteproductie¹</i>	6,0 W/dier	7,5 W/dier
<i>Minimumventilatie:</i>		
– <i>bij buitentemperatuur</i>	beneden 11,8 °C	beneden -12,2 °C
– <i>duur</i>	5.661 uur/jaar	11 uur/jaar
<i>Maximumventilatie:</i>		
– <i>buitentemperatuur</i>	Boven 24,0 °C	Boven 17,9 °C
– <i>duur</i>	93 uur/jaar	759 uur/jaar
– <i>kosten²</i>	0,6 cent/plaats/ronde	5,2 cent/plaats/ronde
<i>Ventilatie tussen min. en max.</i>		
– <i>duur</i>		
– <i>kosten²</i>	3.006 uur/jaar	7.990 uur/jaar
	12,2 cent/plaats/ronde	32,5 cent/plaats/ronde
<i>Verwarming:</i>		
– <i>stookgrens</i>	11,8 °C	-12,2 °C
– <i>graaduren</i>	36.008,5 graaduren/jaar	24,9 graaduren/jaar
– <i>stookkosten³</i>	190,2 cent/plaats/ronde	0 cent/plaats/ronde

1 Berekende waarde o.b.v. diergewicht en staltemperatuur.

2 Prijs elektriciteit f 0,25 per kWh.

3 Prijs aardgas f 0,66 per m³.

Door het kleiner aantal dieren in de stal neemt de totale warmteproductie af. Dit heeft tot gevolg dat de buitentemperaturen waarbij de ventilatie het minimum- of maximumniveau bereikt, hoger komen te liggen. Bij de gangpadtemperatuur van 20 °C zijn de gevolgen niet zo groot ten opzichte van de situatie met vijf hennen per kooi. Dit komt vooral doordat de stookgrens (de temperatuur waarbij de ventilatie op minimum draait) nog steeds vrij laag is. De totale kosten voor de ventilatie boven het minimum zijn zelfs iets lager dan bij vijf hennen per kooi: 37,7 cent in plaats van 38,9 cent per henplaats per ronde.

Bij de gangpadtemperatuur van 25 °C komt de stookgrens ook hoger te liggen: 11,8 °C in plaats van 6,3 °C. Omdat deze buitentemperatuur in Nederland veel voorkomt, zijn de stookkosten veel hoger dan bij vijf hennen per kooi: 190,2 cent ten opzichte van 64,1 cent per henplaats per ronde. De uren dat de ventilatie boven minimum draait nemen af en daardoor ook de kosten voor de ventilatie: 12,4 cent ten opzichte van 30 cent per henplaats per ronde.

Door de hogere stookkosten wordt het in stand houden van een gangpadtemperatuur van 25 °C aanzienlijk duurder dan een gangpadtemperatuur van 20 °C. De totale kosten zijn ruim 165 cent per henplaats per ronde hoger.

5 VOEREN OF VERWARMEN

De lage staltemperatuur van 20 °C heeft, door de toename van het ventilatieniveau, tot gevolg dat de elektrakosten hoger worden. Bij deze staltemperatuur is geen verwarming nodig. Pas als de buitentemperatuur beneden de -17 °C komt, wordt de gewenste staltemperatuur van 20 °C niet meer gehaald. De hogere staltemperatuur van 25 °C kan niet worden gehandhaafd zonder extra te verwarmen. Bij buitentemperaturen beneden de 6 °C is bijverwarming nodig, ondanks de aanwezigheid van de warmtewisselaar. In de berekening komen de stookkosten op 64,1 cent per henplaats per ronde.

Als er geen verwarming aanwezig is kan de temperatuur van 25 °C niet worden gehandhaafd. De staltemperatuur zal dan gaan dalen, met gevolgen voor de voeropname. In de praktijk wordt vaak aangehouden dat 1 °C een verschil in voeropname geeft van 1,5 gram per hen per dag. In tabel 5.1 is weergegeven bij welke buitentemperaturen de staltemperatuur een of meer graden beneden de 25 °C komt voor de situatie in 1998 (vijf hennen per kooi). Ook is aangegeven hoeveel uren deze buitentemperatuur gemiddeld in Nederland voorkomt over een periode van 30 jaar. Op basis hiervan kan de extra voeropname over die periode worden geschat. In de berekening van de stookkosten is uitgegaan van een laagste buitentemperatuur van -10 °C. Bij deze temperatuur wordt de staltemperatuur zonder bijverwarming ongeveer 21,5 °C.

Tabel 5.1: Berekende extra voeropname bij niet kunnen handhaven van een staltemperatuur van 25 °C en vijf hennen/kooi

Staltemperatuur (°C)	Buiten- temperatuur (°C)	Frequentie ¹		Extra voeropname ² (gr/hen/ronde)
		Uren/jaar	Dagen/jaar	
24	1,3	302	12,5	23
23	-3,6	59	2,5	9
22	-8,2	12	0,5	3
21	-12,6	2	-	-
20	-17	1	-	-

1 Bron: KNMI.

2 1,5 gram/dag/°C

Uit tabel 5.1 blijkt dat een temperatuur van -10 °C niet vaak voorkomt in Nederland. Geschat wordt dat als de buitentemperatuur inderdaad daalt tot -10 °C, de voeropname per hen met 35 gram toeneemt over de hele ronde. Bij een voerprijs van f 40,- komt dit overeen met extra voerkosten van 1,4 cent per hen per ronde. Deze extra voerkosten zijn veel lager dan de stookkosten als wordt gekozen voor bijverwarmen (zie paragraaf 4.2).

Op dezelfde manier zijn ook de extra voerkosten berekend voor de situatie in 2003. In tabel 5.2 zijn de buitentemperatuur en de extra voeropname weergegeven als in dezelfde stal maar vier hennen in een kooi zitten in plaats van vijf.

Tabel 5.2: Berekende extra voeropname bij niet kunnen handhaven van een staltemperatuur van 25 °C en vier hennen/kooi

Staltemperatuur (°C)	Buiten- temperatuur (°C)	Frequentie ¹		Extra voeropname ² (gr/hen/ronde)
		uren/jaar	Dagen/jaar	
24	6,6	324	13,5	16,5
23	1,7	317	13,0	32
22	-3,1	86	3,5	13
21	-7,6	15	0,5	2,5
20	-12,2	4	-	-

1 Bron: KNMI.

2 1,5 gram/dag/°C

Bij vier hennen per kooi wordt de staltemperatuur ongeveer 20,5 °C bij een buitentemperatuur van -10 °C. De totale extra voeropname per hen is dan ongeveer 64 gram per ronde en de extra voerkosten daardoor 8,9 cent per henplaats per ronde. Dit is aanzienlijk lager dan de stookkosten die zijn berekend voor deze situatie (paragraaf 4.3).

CONCLUSIES EN DISCUSSIE

Op basis van de resultaten van de proef bij het PP is in het eerste deel van dit verslag aangegeven dat bij de gerealiseerde temperatuur van 25 °C de voerwinst ongeveer f 1,14 per hen per ronde hoger is. Hierbij komt nog het voordeel van de lagere elektriciteitskosten voor de ventilatie van ongeveer f 0,15. Uit de berekeningen blijkt dat de staltemperatuur niet zonder verwarming is te handhaven op 25 °C. Dit brengt extra stookkosten met zich mee van 64,1 cent per plaats per ronde. Als er niet wordt verwarmd, stijgt het voerverbruik. Worden de extra voerkosten voor het niet kunnen handhaven van de staltemperatuur in mindering gebracht, dan blijft uiteindelijk een voordeel over van ongeveer f 1,28 per hen per ronde.

Voorgaande geldt voor de situatie in 1998 met vijf hennen per kooi. Bij vier hennen per kooi zijn de kosten voor de ventilatie ongeveer f 0,25 per henplaats per ronde lager en de extra voerkosten vanwege het niet handhaven van de staltemperatuur ongeveer f 0,09. Het totale voordeel, uitgaande van dezelfde technische resultaten als in de proef van het PP, wordt dan f 1,30 per henplaats per ronde.

Bij de berekeningen geldt wel de opmerking dat de kosten voor elektra en extra voerverbruik zijn gebaseerd op gemiddelde waarden van de buitentemperatuur. Per koppel kunnen de gerealiseerde waarden sterk variëren, afhankelijk van de werkelijke buitentemperaturen.

Bijlage 1: Graadurentabel 1931 - 1960

Stooggrens	Frequentie uren/jaar	Som frequentie uren/jaar	Graaduren/jaar
-20	1	1	0
-19	0	1	1
-18	0	1	2
-17	1	2	3
-16	3	5	5
-15	2	7	10
-14	3	10	17
-13	2	12	27
-12	4	16	39
-11	6	22	55
-10	9	31	77
-9	12	43	108
-8	12	55	151
-7	20	75	206
-6	22	97	281
-5	42	139	378
-4	59	198	517
-3	86	284	715
-2	128	412	999
-1	181	593	1411
0	258	851	2004
1	302	1153	2855
2	324	1477	4008
3	326	1803	5485
4	382	2185	7288
5	418	2603	9473
6	431	3034	12076
7	469	3503	15110
8	459	3962	18613
9	449	4411	22575
10	476	4887	26986
11	430	5317	31873
12	442	5759	37190
13	451	6210	42949
14	450	6660	49159
15	428	7088	55819
16	371	7459	62907
17	317	7776	70366
18	256	8032	78142
19	195	8227	86174
20	153	8380	94401
21	107	8487	102781

Stookgrens	Frequentie uren/jaar	Som frequentie uren/jaar	Graaduren/jaar
22	82	8569	111268
23	62	8631	119837
24	41	8672	128468
25	36	8708	137140
26	21	8729	145848
27	17	8746	154577
28	12	8758	163323
29	4	8762	172081
30	3	8765	180846
31		8765	189614
32		8765	198384

Bron: KNMI

Bijlage 2: Formules voor de berekeningen

Voelbare warmteproductie:

$$H_s = H * (0,85 - 1,85 * 10^{-7} * (t_{bi} + 10)^4)$$

$$H = a * f * m^{0,75}$$

$$f = 4 * 10^{-5} * (20 - t)^3 + 1$$

Waarin:

H_s = voelbare warmteproductie (Watt/dier)

H = totale warmteproductie (Watt/dier)

t_{bi} = staltemperatuur (°C)

a = dierconstante (7 voor leghennen)

m = levend gewicht (kg)

Stookgrens:

$$S = t_{bi} - (H_{st}/Q_t)$$

$$Q_t = Q_{omw} + Q_{vent}$$

$$Q_{omw} = k * A$$

$$Q_{vent} = 0,35 * V$$

Waarin:

S = stookgrens (°C)

t_{bi} = staltemperatuur (°C)

H_{st} = totale voelbare warmteproductie (Watt)

Q_t = totale warmteverlies per °C (W/°C)

Q_{omw} = warmteverliezen via vloer, wanden en dak per °C (W/°C)

Q_{vent} = warmteverlies via ventilatie per °C (W/°C)

k = k-waarde (W/m² °C)

A = oppervlakte omwanding

V = ventilatiecapaciteit (m³/uur)

Stookkosten:

$$K = \frac{E_b * p}{V_w}$$

$$E_b = \frac{E_n}{R_v}$$

$$E_n = \frac{G_u * Q_t}{1000}$$

Waarin:

K = stookkosten per jaar (f)

E_b = bruto energiebehoefte (kW/jaar)

p = prijs brandstof (f/m^3)

V_w = verbrandingswaarde (voor gas: 9,3 kWh/m³)

E_n = netto energiebehoefte

R_v = rendement van de verwarming

G_u = aantal graaduren per jaar

Q_t = totale warmteverlies per °C (W/°C)

Bijlage 3: List of English headings of figures and English tables

Figure 2.1: Duration of ventilation ratio at high or low temperature in a house with layers in cages

Table 3.1: Technical points layer house for about 50.000 layers in cages

Component	Value
<i>Dimension:</i>	
– length x width	110 x 16 m.
– height side wall	2,50 m.
– slope of the roof	22,5 °
<i>Isolation (k-value):</i>	
– floor	4,2 W/m ² /°C
– side walls	0,7 W/m ² /°C
– roof	0,4 W/m ² /°C
<i>Ventilation:</i>	
– minimum	1 m ³ /hen/hour
– maximum	3,6 m ³ /kg/hour
– P-band	3 °C
<i>Heat exchanger:</i>	
– in blow ventilators	2 vents à 7,5 kW (ca. 17.500 m ³ /hour)
– extraction ventilators	4 vents à 0,75 kW (ca. 10.000 m ³ /hour)
– efficiency	80 %
– temperature	3 °C above house temperature
<i>Ventilators:</i>	
	6 vents à 0,7 kW (ca. 8.500 m ³ /hour)
	5 vents à 1,5 kW (ca. 35.000 m ³ /hour)
<i>Temperatures:</i>	
– under the house	8 °C
– lowest outside temperature	-10 °C
<i>Heating:</i>	
– efficiency	85 %

Table 3.2: Basic figures for calculation energy costs at high and low temperatures of the house for laying hens in cages

Component	High temperature	Low temperature
<i>House temperature</i>	25 °C	20 °C
<i>Animal weight</i>	1.740 gram	1.750 gram
<i>Feed intake</i>	104 gr/hen/day	110 gr/hen/day
<i>Water-feed ratio</i>	1,9	1,8

Table 4.1: Results of the calculations of the energy costs at high and low temperatures of the house for laying hens in cages (5 hens/cage)

<i>Component</i>	High temperature	Low temperature
<i>House temperature</i>	25 °C	20 °C
<i>Sensible heatproduction¹</i>	6 W/hen	7.5 W/hen
<i>Minimum ventilation:</i>		
– <i>at an outside temperature</i>	below 6.3 °C	below –17 °C
– <i>duration</i>	3,197 hour/year	1 hour/year
<i>Maximum ventilation:</i>		
– <i>at an outside temperature</i>	above 23.6 °C	above 17.7 °C
– <i>duration</i>	109 hour/year	810 hour/year
– <i>costs²</i>	0.8 cent/place/cycle	5.6 cent/place/cycle
<i>Ventilation between min. en max.</i>		
– <i>duration</i>	5,453 hour/year	7,949 hour/year
– <i>costs²</i>	22.2 cent/place/cycle	32.3 cent/place/cycle
<i>Heating:</i>		
– <i>heating point</i>	6.3 °C	-17 °C
– <i>degree hours</i>	13,133 degree hours/year	2 degree hours/year
– <i>heating costs³</i>	64.1 cent/place/cycle	0 cent/place/cycle

1 Calculated value based on animal weight and house temperature.

2 Price electricity f 0.25 per kWh.

3 Price gas f 0.66 per m³.

Table 4.2: Results of the calculations of the energy costs at high and low temperatures of the house for laying hens in cages (4 hens/cage)

<i>Component</i>	High temperature	Low temperature
<i>House temperature</i>	25 °C	20 °C
<i>Sensible heatproduction¹</i>	6 W/hen	7.5 W/hen
<i>Minimum ventilation:</i>		
– <i>at an outside temperature</i>	below 11.8 °C	below -12.2 °C
– <i>duration</i>	5,661 hour/year	1 hour/year
<i>Maximum ventilation:</i>		
– <i>at an outside temperature</i>	above 24.0 °C	above 17.9 °C
– <i>duration</i>	93 hour/year	759 hour/year
– <i>costs²</i>	0.6 cent/place/cycle	5.2 cent/place/cycle
<i>Ventilation between min. en max.</i>		
– <i>duration</i>	3,006 hour/year	7,990 hour/year
– <i>costs²</i>	12.2 cent/place/cycle	32.5 cent/place/cycle
<i>Heating:</i>		
– <i>heating point</i>	11,8 °C	11.8 °C
– <i>degree hours</i>	36,008.5 degree hours/year	2 degree hours/year
– <i>heating costs³</i>	190.2 cent/place/cycle	0 cent/place/cycle

1 Calculated value based on animal weight and house temperature.

2 Price electricity *f* 0.25 per kWh.

3 Price gas *f* 0.66 per m³.

Table 5.1: Calculated extra feed intake when not keeping temperature at 25 °C with 5 hens/cage

House temperature(°C)	Outside temperature (°C)	Frequency¹		Extra feed intake² (gr/hen/cycle)
		hours/year	days/year	
24	1.3	302	12.5	23
23	-3.6	59	2.5	9
22	-8.2	12	0.5	3
21	-12.6	2	-	-
20	-17	1	-	-

1 Bron: KNMI.

2 1.5 gram/day/°C

Table 5.2: Calculated extra feed intake when not keeping temperature at 25 °C with 4 hens/cage

House temperature(°C)	Outside temperature (°C)	Frequency ¹		Extra feed intake ² (gr/hen/cycle)
		hours/year	days/year	
24	6.6	324	13.5	16.5
23	1.7	317	13.0	32
22	-3.1	86	3.5	13
21	-7.6	15	0.5	2.5
20	-12.2	4	-	-

1 Bron: KNMI.

2 1.5 gram/day/°C